I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinanderstehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	**Kompetenzbereiche**				
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
1.1	X		X		
1.2		X			
1.3			X		X
2.1		X		X	
2.2.1	X		X		X
2.2.2		X		X	
2.2.3			X		X
3.1	X			X	
3.2		X		X	
3.3			X		X
3.4		X			
4	X			X	

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Technische Mechanik II
Q2: Maschinenelemente
Q3: Baueinheiten des Maschinenbaus
verbindliche Themenfelder: Grundbeanspruchungsarten (Q1.1), Dauer- und Gestaltfestigkeit (Q1.2), Kraft- und Momentenverläufe (Q1.3), Kraft- und formschlüssige Verbindungen (Q2.1), Lagerungselemente (Q2.2), Getriebe und Zahnräder (Q3.1)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	freimachen		4	2
	berechnen $\Sigma F_x = 0 = F_{Bhx} + F_R - F_{Ax}$ mit $F_{Bhx} = F \cdot \sin\alpha = 3200\,N \cdot \sin 25° = 1352\,N$ $\Sigma F_y = 0 = -F_{Bhy} + F_N - F_{Ay}$ mit $F_{Bhy} = F \cdot \cos\alpha = 3200\,N \cdot \cos 25° = 2900\,N$ $\Sigma M_{(A)} = 0 = F_N \cdot 250\,mm - F_R \cdot 60\,mm - F_{Bhx} \cdot 120\,mm - F_{Bhy} \cdot 1000\,mm$ $= F_N \cdot 250\,mm - (F_N \cdot \mu) \cdot 60\,mm - F_{Bhx} \cdot 120\,mm - F_{Bhy} \cdot 1000\,mm$ $F_N = \frac{F_{Bhx} \cdot 120\,mm + F_{Bhy} \cdot 1000\,mm}{250\,mm - \mu \cdot 60\,mm} = \frac{1352\,N \cdot 120\,mm + 2900\,N \cdot 1000\,mm}{250\,mm - 0{,}5 \cdot 60\,mm} = 13919\,N$ $F_R = F_N \cdot \mu = 13919\,N \cdot 0{,}5 = 6959{,}5\,N$ $F_{Ax} = F_{Bhx} + F_R = 1352\,N + 6960\,N = 8311{,}5\,N$ $F_{Ay} = F_N - F_{Bhy} = 13919\,N - 2900\,N = 11019\,N$ $F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(8311{,}5\,N)^2 + (11019\,N)^2} = 13802\,N$ $M_{Br} = F_R \cdot \frac{d}{2} = 6959{,}5\,N \cdot \frac{0{,}4\,m}{2} = 1392\,Nm$	4	3	3

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>1.2</td><td>nachweisen

Rechtslauf:
$$F_N = \frac{F_{Bhx} \cdot 120\,mm + F_{Bhy} \cdot 1000\,mm}{250\,mm - \mu \cdot 60\,mm}$$
Linkslauf:
$$\Sigma M_{(A)} = 0 = F_N \cdot 250\,mm + F_R \cdot 60\,mm - F_{Bhx} \cdot 120\,mm - F_{Bhy} \cdot 1000\,mm$$
$$= F_N \cdot 250\,mm + (F_N \cdot \mu) \cdot 60\,mm - F_{Bhx} \cdot 120\,mm - F_{Bhy} \cdot 1000\,mm$$
$$F_N = \frac{F_{Bhx} \cdot 120\,mm + F_{Bhy} \cdot 1000\,mm}{250\,mm + \mu \cdot 60\,mm}$$
Mit $M_{Br} = F_R \cdot \frac{d}{2} = (F_N \cdot \mu) \cdot \frac{d}{2}$ ergibt sich bei Rechtslauf ein größeres Bremsmoment (Vorzeichenumkehrung im Nenner).</td><td></td><td>3</td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td align="right">**Summe 24**</td><td>**4**</td><td>**10**</td><td>**10**</td></tr>
</table>

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.1	berechnen $e_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{a \cdot H^2 + b \cdot d^2 + b_1 \cdot d_1 \cdot (2 \cdot H - d_1)}{a \cdot H + b \cdot d + b_1 \cdot d_1}$ $= \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{12\,mm \cdot (90\,mm)^2 + 28\,mm \cdot (15\,mm)^2}{12\,mm \cdot 90\,mm + 28\,mm \cdot 15\,mm + 28\,mm \cdot 20\,mm} + \frac{28\,mm \cdot 20\,mm \cdot (2 \cdot 90\,mm - 20\,mm)}{12\,mm \cdot 90\,mm + 28\,mm \cdot 15\,mm + 28\,mm \cdot 20\,mm} \right)$ $e_1 = 46{,}87\,mm$ $e_2 = H - e_1 = 90\,mm - 46{,}87\,mm = 43{,}13\,mm$ Biegeachse x: $I_x = \frac{1}{3} \cdot (B \cdot e_1^{\,3} - b \cdot h^3 + B_1 \cdot e_2^{\,3} - b_1 \cdot h_1^{\,3})$ $= \frac{1}{3} \cdot (40\,mm \cdot (46{,}87\,mm)^3 - 28\,mm \cdot (31{,}87\,mm)^3 + 40\,mm \cdot (43{,}13\,mm)^3 - 28\,mm \cdot (23{,}13\,mm)^3)$ $I_x = 202{,}5 \cdot 10^4\,mm^4$ $W_{x_1} = \frac{I_x}{e_1} = \frac{202{,}5 \cdot 10^4\,mm^4}{46{,}87\,mm} = 43{,}2 \cdot 10^3\,mm^3$ $W_{x_2} = \frac{I_x}{e_2} = \frac{202{,}5 \cdot 10^4\,mm^4}{43{,}13\,mm} = 46{,}95 \cdot 10^3\,mm^3$	6	3	

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.2.1	freischneiden untersuchen $\Sigma F_x = 0 = -F_{Ax} + F_R + N_{(x)}$ $\Sigma F_y = 0 = -F_{Ay} + F_N - Q_{(x)}$ $\Sigma M_{b\,(Sch)} = 0 = F_{Ay} \cdot x - F_{Ax} \cdot (60\,mm + e_1) + F_R \cdot e_1 - F_N \cdot (x - 250\,mm) + M_{b(x)}$ $N_{(x)} = F_{Ax} - F_R = 8311{,}5\,N - 6959{,}5\,N = 1352\,N$ $Q_{(x)} = -F_{Ay} + F_N = -11019\,N + 13919\,N = 2900\,N$ $M_{b(x)} = -F_{Ay} \cdot x + F_{Ax} \cdot (60\,mm + e_1) - F_R \cdot e_1 + F_N \cdot (x - 250\,mm)$		4	3
	Aus der Normalkraft *N(x)* resultiert die Zugbeanspruchung σ_z. Aus der Querkraft *Q(x)* resultiert die Abscherbeanspruchung τ_a. Aus dem Biegemoment $M_b(x)$ resultiert die Biegebeanspruchung σ_b.		1	5

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
2.2.2	bestimmen, skizzieren $Q_{(x)}$ Verlauf $M_{b(x)}$ Verlauf Maximales Biegemoment $M_{bmax} = 2193\,Nm$ an der Stelle $x = 250\,mm$. $M_{b(x=0)} = -F_{Ay} \cdot 0\,mm + F_{Ax} \cdot (60\,mm + e_1)$ $= 8311{,}5\,N \cdot (60\,mm + 46{,}87\,mm) = 888{,}3\,Nm$ $M_{b(x=250)links} = -F_{Ay} \cdot 250\,mm + F_{Ax} \cdot (60\,mm + e_1)$ $= -11019\,N \cdot 250\,mm + 8311{,}5\,N \cdot (60\,mm + 46{,}87\,mm) = -1866{,}5\,Nm$ $M_{b(x=250)rechts} = -F_{Ay} \cdot 250\,mm + F_{Ax} \cdot (60\,mm + e_1) - F_R \cdot e_1$ $M_{b(x=250)rechts} = -11019\,N \cdot 250\,mm + 8311{,}5\,N \cdot (60\,mm + 46{,}87\,mm)$ $-6959{,}5\,N \cdot 46{,}87\,mm = -2193\,Nm$			
	bestimmen	6	5	
	skizzieren		5	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.2.3	untersuchen $\sigma_{\text{res z,d}} = \frac{N_{(x)}}{A} \pm \frac{M_{\text{b max}}}{W_{x_{1,2}}}$ $\sigma_{\text{res z}} = \frac{N_{(x)}}{A} + \frac{M_{\text{b max}}}{W_{x_2}} = \frac{1352\,\text{N}}{2060\,\text{mm}^2} + \frac{2193 \cdot 10^3\,\text{Nmm}}{46{,}95 \cdot 10^3\,\text{mm}^3}$ $= 0{,}66\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 46{,}7\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = +47{,}4\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\sigma_{\text{res d}} = \frac{N_{(x)}}{A} - \frac{M_{\text{b max}}}{W_{x_1}} = \frac{1352\,\text{N}}{2060\,\text{mm}^2} - \frac{2193 \cdot 10^3\,\text{Nmm}}{43{,}2 \cdot 10^3\,\text{mm}^3}$ $= 0{,}66\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} - 50{,}8\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = -50{,}14\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{max}}$ $\sigma_{\text{max}} = \lvert -50{,}14 \rvert \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \le \sigma_{\text{zul}} = 100\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ Der Bremshebel hält der Belastung stand.		3	5
	Summe 46	**12**	**21**	**13**

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
3.1	berechnen zulässige Biegespannung E295 für schwellende Belastung: $\sigma_{\text{bsch}} = 355\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\sigma_{\text{bzul}} = \frac{\sigma_{\text{bsch}}}{v} = \frac{355}{2{,}5}\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 142\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $M_{\text{b}} = \frac{F_{\text{A}} \cdot t_{\text{s}}}{8} = \frac{13802\,\text{N} \cdot 0{,}04\,\text{m}}{8} = 69\,\text{Nm}$ $W_{\text{erf}} = \frac{M_{\text{b}}}{\sigma_{\text{bzul}}} = \frac{\pi \cdot \text{d}^3}{32}$ $d_{\text{erf}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\text{b}}}{\pi \cdot \sigma_{\text{bzul}}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 69 \cdot 10^3\,\text{Nmm}}{\pi \cdot 142\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} = 17\,\text{mm}$	3	3	
	auswählen gewählter Normdurchmesser $d = 18\text{mm}$	1		

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
3.2	überprüfen $\tau_{a\,zul} = \frac{\tau_{aF}}{\nu} = \frac{0{,}6 \cdot R_e}{\nu} = \frac{0{,}6 \cdot 295 \frac{N}{mm^2}}{2{,}5} = 70{,}8 \frac{N}{mm^2}$ $A = \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4}\right) \cdot 2; \quad 2-\text{schnittig}$ $\tau_{a\,vorh} = \frac{F}{A} = \left(\frac{F_A \cdot 4}{\pi \cdot d^2 \cdot 2}\right) = \left(\frac{13802\,N \cdot 4}{\pi \cdot (18\,mm)^2 \cdot 2}\right) = 27{,}1 \frac{N}{mm^2}$ $27{,}1 \frac{N}{mm^2} = \tau_{a\,vorh} \leq \tau_{a\,zul} = 70{,}8 \frac{N}{mm^2}$ Der zul. Spannungswert wird nicht überschritten; der Bolzen ist ausreichend dimensioniert.		2 1	3
3.3	dimensionieren $p_{zul} = \frac{R_e}{\nu} = \frac{235 \frac{N}{mm^2}}{2{,}5} = 94 \frac{N}{mm^2}$ $p_{zul} \geq \frac{F_A}{A_{tg}}$ $A_{tg} = (t_g \cdot d) \cdot 2$ $p_{zul} \geq \frac{F_A}{(t_g \cdot d) \cdot 2}$ $t_g \geq \frac{F_A}{2 \cdot d \cdot p_{zul}} = \frac{13802\,N}{2 \cdot 18\,mm \cdot 94 \frac{N}{mm^2}} = 4{,}1\,mm$ gewählte Gabelbreite $t_g = 5\,mm$		1 1	4
3.4	ermitteln Bolzen ISO 2340 - A - 18 x 55 – E295		2	
	Summe 21	**4**	**10**	**7**

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
4	bestimmen $R_e = 640 \frac{N}{mm^2}$ für die Festigkeitsklasse 8.8 $\sigma_{z\,zul.} = \frac{R_e}{\nu} = \frac{640 \frac{N}{mm^2}}{2,5} = 256 \frac{N}{mm^2}$ Klemmkraft pro Schraube $F_{Kl} = \frac{F_{Ay}}{\mu \cdot z} + \frac{F_{Ax}}{z}$ $F_{Kl} = \frac{F_{Ay}}{\mu_{St/St} \cdot 2} + \frac{F_{Ax}}{2} = \frac{11019\,N}{0,2 \cdot 2} + \frac{8311,5\,N}{2} = 31703,3\,N$ Spannungsquerschnitt pro Schraube $S = \frac{F_{Kl}}{\sigma_{z\,zul.}} = \frac{31703,3\,N}{256 \frac{N}{mm^2}} = 123,8\,mm^2$	4	3	
	Gewählt M16 (Regelgewinde; Reihe 1) mit dem Spannungsquerschnitt $S = 157\,mm^2$.	1	1	
	Summe 9	**5**	**4**	

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Maschinenbautechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	4	10	10	**24**
2	12	21	13	**46**
3	4	10	7	**21**
4	5	4		**9**
Summe	**25**	**45**	**30**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.